

鋼矢板を模擬した鋼材供試体における熱伝導解析 Numerical Analysis of Heat Conduction in Steel Specimens Simulating a Steel Sheet Pile

○萩原大生* 島本由麻** 鈴木哲也*** 阿部幸夫**** 原田剛男****

浅野 勇***** 森 充広***** 川邊翔平***** 金森拓也*****

○Taiki HAGIWARA*, Yuma SHIMAMOTO**, Tetsuya SUZUKI***, Yukio ABE****,

Takeo HARADA****, Isamu ASANO*****, Mitsuhiro MORI*****, Shohei KAWABE*****

and Takuya KANAMORI*****

1. はじめに

農業用排水路の護岸に用いられる鋼矢板では、腐食対策の設計基準として腐食による板厚の減少を考慮した腐食代を加算して板厚が定められる。近年、鋼矢板護岸における腐食が顕在化していることから、既存施設の板厚を評価することは不可欠である。先行研究では、熱特性を踏まえた赤外線計測により腐食状態の評価を行っている¹⁾。本稿では、鋼矢板を模擬した板厚の異なる鋼材供試体を用いた熱伝導解析により、板厚に応じた熱特性の評価を試みた結果について報告する。

2. 実験および解析方法

2.1. 実験方法

鋼材供試体として、SS400 (JIS G3101 SS400) を用いた。非腐食状態の供試体寸法は、100 mm×50 mm×3.2 mm (長手×短手×板厚) である。鋼材供試体に対してサイクル腐食試験 (JIS K5600-7-9) を実施した。腐食生成物除去後の板厚が異なる鋼材供試体に対して、伝熱実験を行った。伝熱実験では、鋼矢板を模擬した鋼材供試体を、護岸の背面土を模擬した乾燥状態のガラスビーズ充填層の上に設置し、電気ストーブによる 15 分間の加熱および 30 分間の除熱を

実施した。計測項目は、供試体の表面および裏面における温度と熱流束、ビーズ層における 30 mm, 60 mm および 90 mm 深さにおける温度とし、測定は 10 秒間隔とした。検討ケースとして、促進腐食のサイクル数 30 サイクル (S1, S2 および S3) を 3 体, 60 サイクル (S4, S5 および S6) を 3 体, 120 サイクル (S7, S8 および S9) を 3 体の計 9 体とした。サイクル数の増加に伴い、板厚の減少量の増大が確認された。

2.2. 解析方法

鋼材供試体 (供試体層) とガラスビーズ (ビーズ層) における熱伝導現象を空間 1

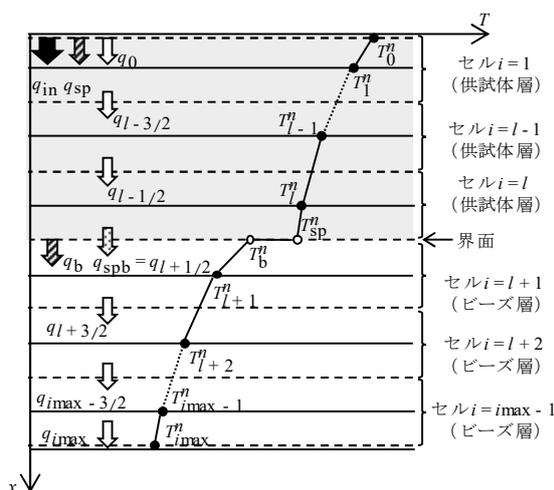


Fig. 1 熱伝導解析モデル
Heat conduction analysis model

* 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

** 北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

*** 新潟大学自然科学系 (農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

**** 日鉄建材株式会社 Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.

***** 農研機構農村工学研究部門 National Agriculture and Food Research Organization

キーワード: 鋼矢板, 板厚, 熱伝導, 数値シミュレーション, 鋼材供試体

次元と仮定し、1次元熱伝導方程式をコントロールボリューム法により離散化することで数値シミュレーションを実施した²⁾。初期条件として、実験開始時点における温度実測値を与えた。境界条件として、供試体表面では温度境界による温度実測値を与え、ビーズ層最深位置では断熱条件を与えた。Fig. 1に解析モデルを示す。本稿では、供試体層とビーズ層の界面における熱流束の実測値と計算値を比較検討した。熱流束の計算では、地中伝導熱の計算方法を参照した³⁾。

3. 結果および考察

Fig. 2に供試体裏面における熱流束の実測値の時間変化を示す。板厚が薄い供試体ほど、加熱過程における熱流束の増加量がより大きく、除熱過程における減少量がより大きい傾向が確認された。これは鋼材供試体を熱抵抗として考えた場合に、板厚が薄いほど熱抵抗がより小さくなることから、供試体層とビーズ層の境界における熱流束の変化量が増大したと考えられる。Fig. 3に示す計算値の時間変化においても実測値と同様の傾向が確認された。Fig. 4に除熱過程における正味の熱量と板厚の関係を示す。熱量については除熱過程における熱流束の時間積分値とした。ここでの熱量は値が大きいほど、除熱過程においてビーズ層へ流入した正味の熱量が卓越していると考えられる。板厚の減少に伴い、熱量が減少する傾向が実測値および計算値において確認された。供試体S7~S9については、実測値と比較し計算値が過少評価されていることから、計算方法あるいは実験方法の精度向上が課題と考えられる。

4. おわりに

鋼材供試体を用いた熱伝導解析により、板厚に応じた熱特性の評価を試みた。除熱過程における供試体の背面に位置するビーズ層への熱の流入量に着目すると、板厚の

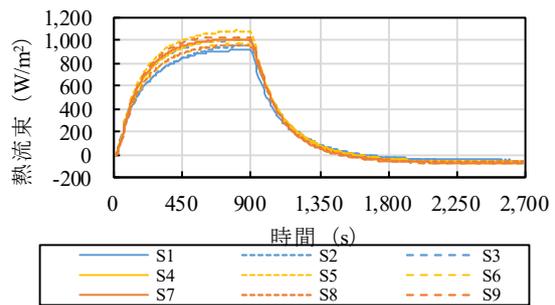


Fig. 2 熱流束（実測値）の時間変化
Heat flux variation (measurement values)

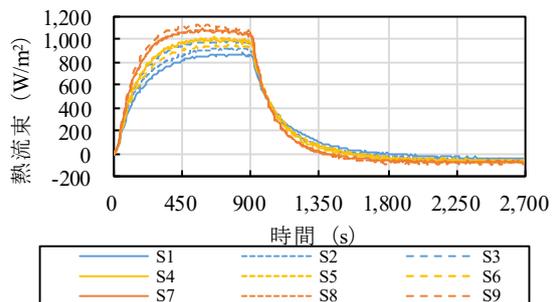
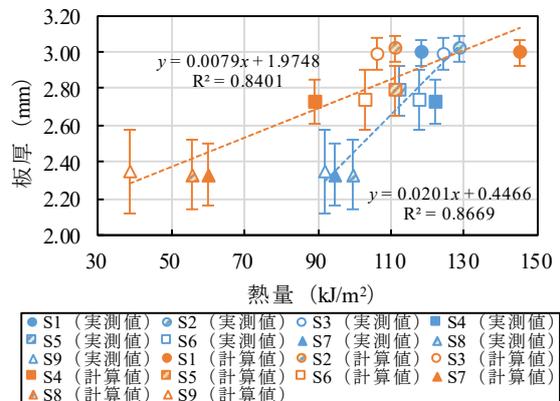


Fig. 3 熱流束（計算値）の時間変化
Heat flux variation (calculation values)



*エラーバーは標準偏差を示す。

Fig. 4 除熱過程においてビーズ層へ流入した正味の熱量と板厚の関係

Relationship between the net amount of heat flowing into the bead layer during the heat removal process and the plate thickness

減少に伴い流入する正味の熱量の減少が確認された。

引用文献

- 1) 鈴木哲也, 大高範寛, 藤本雄充, 島本由麻, 浅野 勇 (2019): UAV を用いた赤外線計測による腐食鋼板実態の検出・評価, 農業農村工学会誌, **87**(8), 25-28.
- 2) S.V.パタンカー (原著), 水谷幸夫・香月正司 (共訳) (1985): コンピュータによる熱移動と流れの数値解析, 森北出版, 56-61.
- 3) 近藤純正: 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支— (1994), 朝倉書店, 150-152.